

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: X2013232365

UDC \_\_\_\_\_

厦门大学

工 程 硕 士 学 位 论 文

# 某污水厂生产运行管理系统的设计与实现

One Design and Implementation of Production and  
Operation Management System of Sewage Treatment Plant

谢小明

指 导 教 师: 林坤辉教授

专 业 名 称: 软件工程

论文提交日期: 2015 年 10 月

论文答辩日期: 2015 年 11 月

学位授予日期: 年 月

指 导 教 师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2015 年 10 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（   √  ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

## 摘 要

中国污水厂的发展时间很短，信息化的应用较为薄弱，，污水厂各部门信息成为一个个孤岛，特别是对大型的污水处理厂，管理难度大，信息获取、分析、决策困难。论文阐述了采用软件工程的原理和技术，对污水厂生产运行进行管理信息系统的分析、设计与实现。污水厂生产运行管理信息系统是对污水厂日常运行工作的有效支持，它通过技术处理，将 SCADA 等自控系统产生的实时运行数据、历史数据、生产管理数据、化验室数据等进行处理，生成各种数据曲线以及运行报表，同时对生产过程进行了全面的生产监视，对每台设备的状态及数据值都能直观地显示在界面上，对异常情况提供调度管理功能。

本系统具备管控结合特征，既可以取得自动控制系统的实时信息以实现动态的工艺数据统计分析和设备维护，又能够提供专业的数据管理手段，对日积月累的海量数据进行高效的管理。通过对数据的深度加工，为辅助工艺决策提供强大的管理手段。

目前，该系统按已建成并投入运行，事实表明取得了良好的经济效果和反响。由于该系统在设计上兼容集团水务管理模式，所以未来可以扩展到集团水务公司。先进结构使其能够将下属运行单位的各类运行管理信息及时传输到总部，使总部的管理能力大大加强。

**关键词：**生产运行；设备管理；PLC；

## Abstract

Production and operation management system is an effective support for the daily operation of the wastewater treatment plants (WWTPs). The real-time operating data, historical data, instrument collection data and laboratory analysis data of SCADA and other automatic control system are processed to generate various data curves and running reports. Meanwhile, a comprehensive monitoring information of the production process can be provided to the WWTPs operators, the status and data values of each device can be visually displayed on the user interface, and the scheduling and management arrangements for the abnormal situations can also be produced.

The system has the characteristics of the combination of management and control, which can not only achieve the real-time information of automatic control system to realize the dynamic process of data statistical analysis and equipment maintenance, but also provide the professional and efficient management method of massive amounts of data accumulated. Through the deep processing of the data, it is able to provide a powerful management tool for the process of decision-making of WWTPs.

At present, the system has been built and put into operation, and achieved good economic results and response. As it is designed to be compatible with other water management modes, it can be extended to the subordinate subsidiary of Xiamen Water Group Co., Ltd. in the future. The system has advanced management and transmission structure, which can transfer all kinds of operation and management information of the subordinate units to the company headquarters, and greatly enhance the management ability of the company.

**Keywords:** Production and Operation Management System; Wastewater Treatment Plants; PLC;

# 目 录

<b>第一章 绪 论</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.3 本文研究内容	2
1.4 论文组织结构	3
<b>第二章 相关技术介绍</b>	<b>4</b>
2.1 C/S 架构	4
2.2 PowerBuilder	4
2.3 PLC	5
2.4 OPC	6
2.5 本章小结	7
<b>第三章 需求分析</b>	<b>8</b>
3.1 系统业务需求概述	8
3.1.1 系统范围	8
3.1.2 遵循的标准	8
3.1.3 系统业务流程	9
3.1.4 生产监视	10
3.1.5 调度管理	16
3.1.6 数据曲线	23
3.1.7 运行报表	25
3.1.8 系统管理	29
3.2 系统非功能性需求	30
3.3 本章小结	31
<b>第四章 系统设计</b>	<b>32</b>
4.1 系统总体框架	32
4.2 系统功能模块	34
4.3 系统功能模块	34
4.4 系统网络拓扑图	35

4.5 核心数据库表设计 .....	35
4.6 系统类图 .....	40
4.7 本章小结 .....	40
<b>第五章 系统实现 .....</b>	<b>41</b>
5.1 系统实现环境 .....	41
5.2 生产监视 .....	41
5.2.1 集中监视展示画面 .....	41
5.2.2 建立数据测点 .....	44
5.3 调度管理 .....	45
5.3.1 调度指令管理 .....	45
5.3.2 报警管理 .....	49
5.4 数据曲线 .....	50
5.4.1 曲线个性化设置 .....	51
5.4.2 查看曲线 .....	51
5.4.3 修改测点数据 .....	53
5.4.4 增加测点备注 .....	54
5.5 运行报表 .....	55
5.5.1 数据优化 .....	55
5.5.2 报表模板设计与显示 .....	56
5.6 系统管理 .....	58
5.7 本章小结 .....	60
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>61</b>
6.1 总结 .....	61
6.2 展望 .....	61
<b>参考文献 .....</b>	<b>63</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>65</b>

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Background and Significance.....	1
1.2 Status and Problems.....	1
1.3 Thesis Content .....	2
1.4 Papers Organizational Structure .....	3
<b>Chapter 2 Related Technologies.....</b>	<b>4</b>
2.1 C/S Architecture .....	4
2.2 PowerBuilder .....	4
2.3 PLC .....	5
2.4 OPC.....	5
2.5 Summary .....	7
<b>Chapter 3 System Requirements.....</b>	<b>8</b>
3.1 Summary of System Business Requirements.....	8
3.1.1 System Range .....	8
3.1.2 Follow the Standard .....	8
3.1.3Summary of System Business Process.....	9
3.1.4 Production Monitoring .....	10
3.1.5 Scheduling Management .....	16
3.1.6 Data Curve.....	23
3.1.7Running Report .....	25
3.1.8 System Management .....	29
3.2 System Non-Functional Requirements Analysis .....	30
3.3Summary .....	31
<b>Chapter 4 System Design .....</b>	<b>32</b>
4.1 System Architecture Design.....	32
4.2 System Function Design .....	34
4.3 System Network Topology .....	34
4.4 Database Design.....	35
4.5 System Dlass Diagram.....	40
4.6 Summary .....	40
<b>Chapte5 System Implementation .....</b>	<b>41</b>



<b>5.1 Production Monitoring .....</b>	<b>41</b>
5.2.1 Centralized Monitoring Picture .....	41
5.2.2 Running Data Points .....	44
<b>5.3 Scheduling Management .....</b>	<b>45</b>
5.3.1 Dispatching Instruction Management .....	45
5.3.2 Alarm Management .....	49
<b>5.4 Data Curve .....</b>	<b>50</b>
5.4.1 Curve Personalization .....	51
5.4.2 View Curve .....	51
5.4.3 Point Data Management .....	53
5.4.4 Point Remark Management .....	54
<b>5.5 Running Report .....</b>	<b>55</b>
5.5.1 Data Optimization .....	55
5.5.2 Report Design and Display .....	56
<b>5.6 System Management .....</b>	<b>58</b>
<b>5.7 Summary .....</b>	<b>60</b>
<b>Chapter 6 Conclusions and Prospects .....</b>	<b>61</b>
6.1 Conclusion .....	61
6.2 Prospects .....	61
<b>References .....</b>	<b>63</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>65</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景与意义

近年来国家对环境保护力度不断加大，特别是水资源及节能减排事业的不断深入，政府对“截污治污、保护环境、安全运行、达标排放”<sup>[1]</sup>的要求越来越高，管理上需要有积极求变的创新思维，同时吸收国内外污水企业的管理经验，不断提升运营管理水平。

目前各污水厂普遍存在的问题有：信息化建设薄弱、设备资产环节缺乏专业的软件辅助；在行管理中需要改变过去过于注重运行和工艺的管理，而对资产、设备、维护的管理相对较弱的现象；无法将现有生产系统和设备管理、维修维护、工单、备品备件、运行报表等日常管理需要结合起来等等问题，导致生产、管理效率的低下<sup>[1]</sup>。

污水厂生产运行管理系统以应用为核心，从流程、管理出发，推进了信息技术在污水处理环节的作用，全面提升管理水平。实际经验证明：自动化、信息化管理是污水处理事业节省能耗减少排放的重要抓手，是支撑可持续发展的有力保证。

通过从数据库将实时、在线运行数据和具体的设备的离线数据统一起来，使得管理层可以快速的获得任何一个运行部门的实时数据，同时又可以方便调阅各类设备、设施的统计、管理数据。通过生产运行、数据库应用管理使控制层收集数据应用到管理层的具体工作中，减少信息流转过程中不必要的滞后和可能发生出现的人为差错。使管理和控制，计划与具体生产紧密结合，达到管理与控制一体化的目标。

### 1.2 国内外研究现状

城镇污水处理设施及运行情况是现代城市发展和水资源环境保护不可缺少的组成部分。城镇污水处理厂在发达国家已发展多年，有较先进、成熟的经验。如美国、德国、加拿大等国家均已投巨大的资金，应对因工业革命和经济发展带来的城镇水污染进行修复，日本、新加坡、澳大利亚等国家也对城镇污水处理给予了重大的投资。

如何让污水处理厂的运转高效化，是摆在每一个国家面临的问题，在确证

出水水质满足国家要求排放条件下, 减少运行成本, 提高能源效率, 国外已做过很多的研究, 国内也正在进行各种有益的探索。在国外污水处理厂的自动控制水平已达到相当高, 各种设备仪表广泛应用, 从超大型污水厂到小型氧化塘, 全部为 PLC 程序自动控制, 远程遥控和闭路监视被广泛采用, 手机移动办公已开始在流行。如英国的威特尼伊城镇污水处理厂在 1980 年就安装了自动化设备(ICA)及检测仪器后, 使污水处理全过程实现由计算机监视控制, 全厂只需两个值班人员。美国的一些氧化塘工艺的污水厂, 只需要一个值班人员, 甚至没有固定的管理人员, 人员可以在家或用手机监控污水厂运行, 这都是污水厂高度自动化的结果<sup>[2]</sup>。

目前国内污水厂的自动控制在水平还停留在比较低的阶段。主要存在以下几大瓶颈问题:

1. 信息化建设比较薄弱, 各种运行信息停留在纸面, 无法充分利用。好的管理离不开先进的信息系统支持。好的信息系统可以使岗位的配置、员工工作负荷更加合理; 支持集团化公司实现管理上的创新、组织结构上的扁平化, 使运行管理信息处于“透明”的状态, 为达到既定的管理目标提供有利的前提条件。

2. 在运行管理中需要改变过去过于注重运行和工艺的管理, 而对资产、设备、维护的管理相对较弱的现象。因历史原因造成设备资料和维护信息的缺失, 使维护工作的管理常常处于被动状态。

3. 中控室虽然已有 SCADA 系统, 但主要是为工艺管理人员设计的, 无法和设备管理、维修维护、工单、备品备件、运行报表等日常管理需要结合起来。从整个生产管理的视角来看, 则需要 SCADA+MIS (管理信息系统) 的新型结构。

4. 管理目标不明确, 缺少优化的工具和手段。需将管理目标从保证安全、正常运行的层次进一步提升, 朝着增强管理水平、提高运行效率、降低成本增加利润、优化管理流程的目标迈进<sup>[3]</sup>。

### 1.3 本文研究内容

本系统正是基于上述相关背景为前提, 参照《城镇供水厂、污水处理厂自动化技术指南》<sup>[4]</sup>, 结合笔者所在污水厂具体业务流程情况而研究的。

本系统主要从污水厂日常生产入手，通过技术处理，将 SCADA 等自控系统产生的实时运行数据、历史数据、各种采集数据、化验室数据等进行处理，生成各种数据曲线以及运行报表<sup>[5]</sup>，同时对生产过程进行了全面的生产监视，对每台设备的状态及数据值都能直观地显示在界面上，对异常情况提供报警、分析、决策、调度管理功能。

## 1.4 本文组织结构

本文共分六章

第一章 综述，对系统研究的背景和意义、国内外现状以及主要研究的内容作了简单介绍，对系统的目标也有明确的界定。

第二章 相关技术介绍，系统主要应用了 C/S（客户/服务器）结构，SQL 关系型数据库，开发的工具 PowerBuilder、PLC 及 OPC 技术，论文作了简单介绍。

第三章 需求分析，全文的重点章节，从管理的流程需求入手，设计了各种用例图、示意图、流程图、各种报表、曲线及运行报表等等，对整个系统的需求作了全面、详细的分析。

第四章 系统总体设计，从硬件的配置到数据的采集、存储和传输，到最后应用层的生产监视、调度管理、数据曲线、运行报表等模块的分析、设计，进行了较为详实的论述。

第五章 系统实现，首选配置了系统实现的环境列表，实现了设施设备运行状态及运行参数的显示，调度管理、数据曲线的优化个性化分析、历史数据的传承、设备管理、报表及权限管理，实现系统的所需要的功能。

第六章 总结与展望，回顾设计的过程、总结全文系统满足了信息的高度共享，提升了管理效率，传承了污水厂运行管理经验，提高了全厂决策下确率和及时率；展望今后的研究方向，进一步加强数据的挖掘，提升报表的灵活度，改善数据采集的异常率，并研究如何应用到全公司。

## 第二章 相关技术介绍

本系统的软件架构是基于 C/S（客户机/服务器）结构，采用标准的关系型数据库 MS SQL Server 设计，开发工具 PowerBuilder,使用了 PLC、OPC 等相关技术。本章主要简单介绍 C/S（客户机/服务器）架构，开发工具 PowerBuilder、PLC、OPC 相关技术的基本功能。

### 2.1 C/S 架构

C/S 架构的原理是将应用软件任务细分成多个子任务，然后在多台计算机上分工完成任务。客户端主要进行数据的处理、数据展示以及用户接口功能，所以也成为胖客户端；服务器端完成 DBMS 的核心功能。

C/S 架构的优点：能充分发挥客户端的有效的处理能力，很多数据处理在不同的客户端进行处理，处理后再提交到系统服务器<sup>[7]</sup>。

C/S 架构是一种经典的两层架构模型，全名 Client/Server，即客户端服务器架构，其架构如图 2-1<sup>[7]</sup>所示。

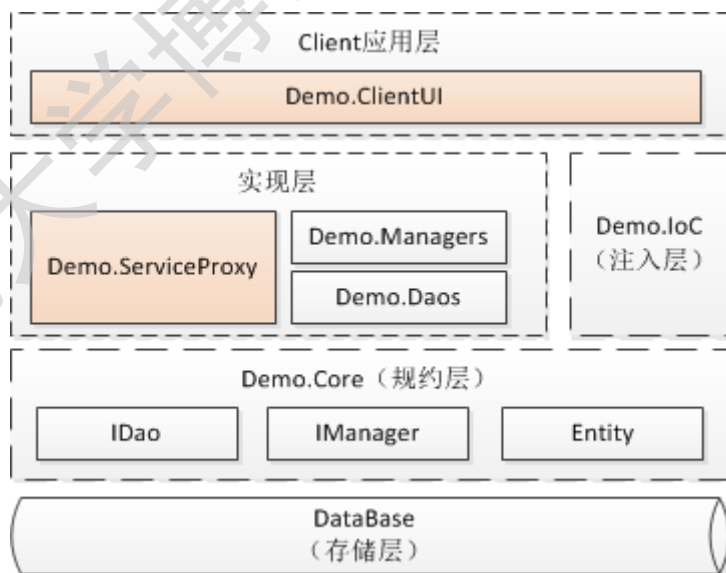


图 2-1 C/S 结构图

### 2.2 PowerBuilder

PowerBuilder 开发工具，编程语言 PowerScript，是高级、结构化的编程程

序的语言<sup>[9]</sup>。PowerScript 具有整套的嵌入式 SQL 数据库语句，程序人员可以容易地使用 SQL 语言，极大的弱化了程序操作和查询、调用数据库的要求。

PowerBuilder 是专业用来进行 C/S 可视化的开发环境。其使用 PowerBuilder, 程序员以可视、直观的方式来搭建用户所需要的界面和数据库应用的接口<sup>[10]</sup>。

## 2.3 PLC

PLC (Programmable Logic Controller)，其基本设计思路是把计算机灵活、通用等功能优点和电子继电器控制系统的简单、易懂、方便、便宜等优点有机结合起来，控制器所有的硬件是执行国际标准的、通用的。根据具体实际应用对象，将需要控制内容写成软件，储存到控制器的用户 CPU 程序存储器内，并使控制器 CPU 和被控对象设备连接方便<sup>[11]</sup>。

可编程逻辑控制器是一个以微 CPU 处理器为核心的数字、逻辑运算操作的系统，为工业化环境而设计的。其应用了可编程的电子存储器，并在其存储器中执行算术运算、逻辑运算、顺序控制、定时和计数等指令，并通过其所附带的数字模块和模拟模块的输入和输出信号，控制设备或生产工艺过程。

定义强调了 PLC 是：

1. 进行数字和模拟信号运算操作的系统；
2. 专为工业环境应用而设计；
3. 面向用户编程方式；
4. 具有时序控制、算术运算、逻辑运算、计数和定时等功能；
5. 数字量或模拟量输入、输出控制；
6. 易与控制系统结合；
7. 易于扩展。

可编程逻辑控制器是面向用户的、专用的工业控制计算机，具有众多、明显的优点。

1. 稳定性好，有较高抗干扰能力；
2. 编程方便、直观、简洁；
3. 很强的适应性；
4. 功能多，多种接口应用。

PLC 的最主要的组成，其主要有中央处理器（CPU 模块）、电源等模块、

存储器模块、通信模块、输入/输出（I/O）模块及外部设备（如编程器），其原理图如图 2-2<sup>[11]</sup>所示。

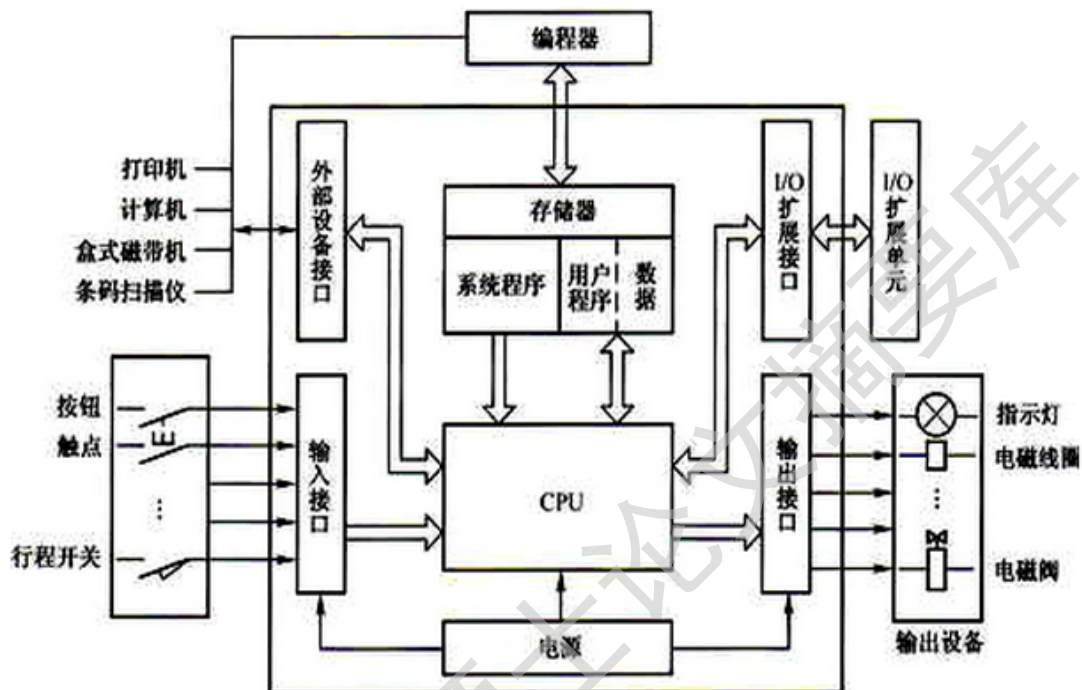


图 2-2 PLC 原理图

## 2.4 OPC

OPC（OLE for Process Control）是一种通讯规范，包括 OPC 服务器程序和 OPC 客户端程序（OPC Server/Client）<sup>[12]</sup>。OPC 的目的是确保上层网络间的数据交换，OPC 服务器能向下快速读取设备的信息或数据，比如 PLC 站、DCS 系统、PC 机、智能马达等等，然后把读到的数据按规定的要求开放式的放在整个网络上，网络中的 OPC 客户端，通过应用程序，可以方便的远程浏览，并选择读取这些数据。

OPC Server/Client 是利用 COM/DCOM 技术形成的工业自动化架构。OPC Server 具有众多的接口，Client 端通过接口，获得与 OPC Server 具体相连硬件的数据和信息，却不需要了解具体硬件的具体细节信息。

OPC Server 通过每一组的接口提供服务，在架构上，OPC Server 共分为三层：分别是 OPCServer 层, OPCGroup 层 OPCItem 层

其中每一 OPCItem 对应一个实际的硬件上的某一个 channel 或 port；每一 OPCGroup 则含了众多的 OPCItem，并定义这些 OPCItem 更新的时间、条件及方式，以及提供了读取 OPCItem 值的具体接口；而每一 OPCServer 则含若干 OPCGroup，提供具体操作 OPCGroup 的接口。

图 2-3 可以较清楚地说明 OPCServer/OPCGroup/OPCItem 间的关系：

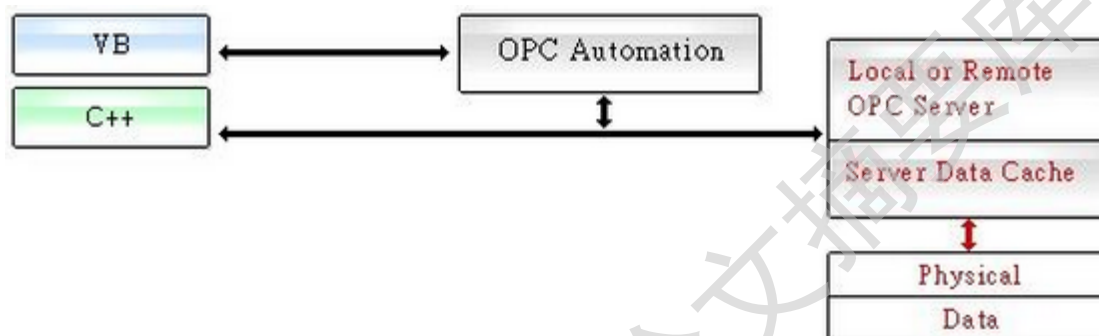


图 2-3 OPCServer/OPCGroup/OPCItem 关系图

OPC 为硬件制造公司与软件设计开发者提供了一条方便的桥梁，通过硬件厂单位提供的 OPC Server 接口，软件设计和开发者就不必去考虑花样众多的硬件间的不同，便可从应用的硬件端获得所需的数据或信息，软件设计和开发者仅需认真专注于具体的程序本身和控制流程。

## 2.5 本章小结

本章简要介绍了本系统开发所使用的相关技术，包括 C/S 架构、PowerBuilder、PLC、OPC 等技术，为本文的后续工作提供了技术基础。



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.